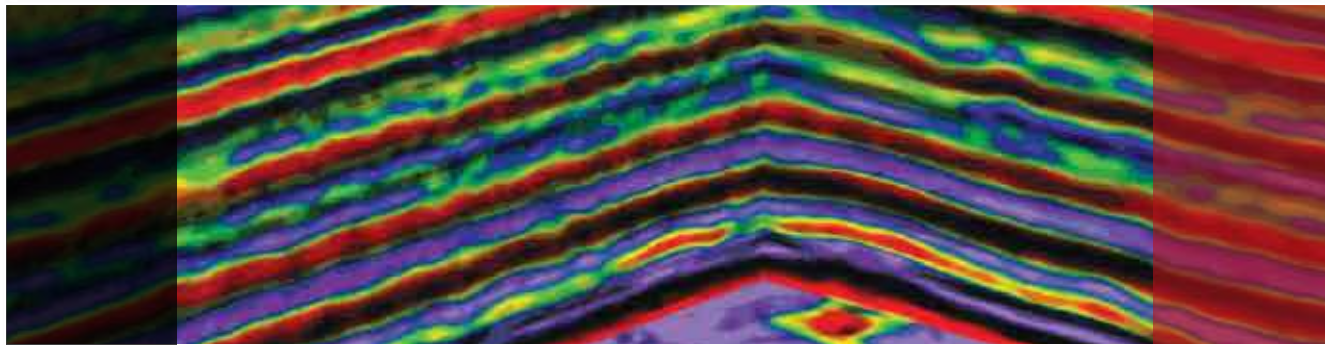


Программное обеспечение и услуги

Реализация преимуществ многоволновых сейсмических данных



Unleashing the Value of Full-wave Seismic Data

Муррей Пот: Transform Software and Services

■ Аналогии

Что общего между многоволновыми (или многокомпонентными) сейсмическими данными и добрым вином или флаконом дорогих духов? В обоих случаях путь к получению ценного продукта начинается со сбора исходных материалов, которые подвергаются сложному процессу преобразований, дающих столь важный результат. Когда же эта технологическая цепочка подходит к логическому завершению, то только практическое использование полученного продукта позволяет раскрыть все его ценнейшие свойства. Наслаждаемся ли мы ароматом духов, или снижаем риски буровых работ, прежде всего, необходимо «открыть флакон» для того, чтобы дать оценку.

Многоволновые сейсмические данные включают в себе огромный потенциал на пути к более точному определению свойств коллектора, более эффективному размещению скважин и разработке месторождения. Изучая геологическую среду с использованием волн различных типов, что сопоставимо с сочетанием рентгеноскопии и МР-интроскопии, многоволновая сейсморазведка дает уникальную возможность определить как литологию коллектора, так и состав содержащихся в нем флюидов. Однако, как и в нашем сравнении с медицинским исследованием, согласованный анализ требует «отождествления» изображений для гарантированного выявления сходных признаков. Для традиционных исследований на Р-волнах и новых исследованиях на PS-волнах требуется различная длина записи, и отождествление волн различных типов необходимо для идентификации одних и тех же геологических границ.

Murray Roth: Transform Software and Services

■ Full-wave Analogies

What do full-wave (or multicomponent) seismic data have in common with a fine wine or an expensive bottle of perfume? In each case, a sophisticated value chain starts with the acquisition of raw material, which is converted to a valuable product through a sophisticated set of processes. However, while acquisition and processing create value, it is the actual application of these products that unleashes the true value. Whether we are enjoying tastes and smells or reducing drilling risk, it is essential to “open the bottle” before value is realized.

Full-wave seismic data holds tremendous potential value for better reservoir understanding, leading to better well placement and field development. By measuring the same geology with different modes, analogous to combined X-ray and MRI measurements; full-wave seismic data provides unique insight into both reservoir lithology and fluid content. In our medical analogy, however, a consistent analysis requires that the images are “registered”, to ensure that similar features are being detected. Traditional P-wave and new PS-wave seismic measurements also have different scales, requiring registration to ensure the same geologic features are being interpreted.

■ Full-wave Registration: Unleashing Value

The very nature of full-wave seismic data ensures that time measurement scales between seismic volumes will be different, making interpretation problematic. With traditional P-wave seismic data, geology is imaged with pressure waves reflecting from various rock interfaces. In the case of PS-wave seismic data, pressure waves are “mode converted” into shear waves at the same

Отождествление волн различных типов: извлечение преимуществ

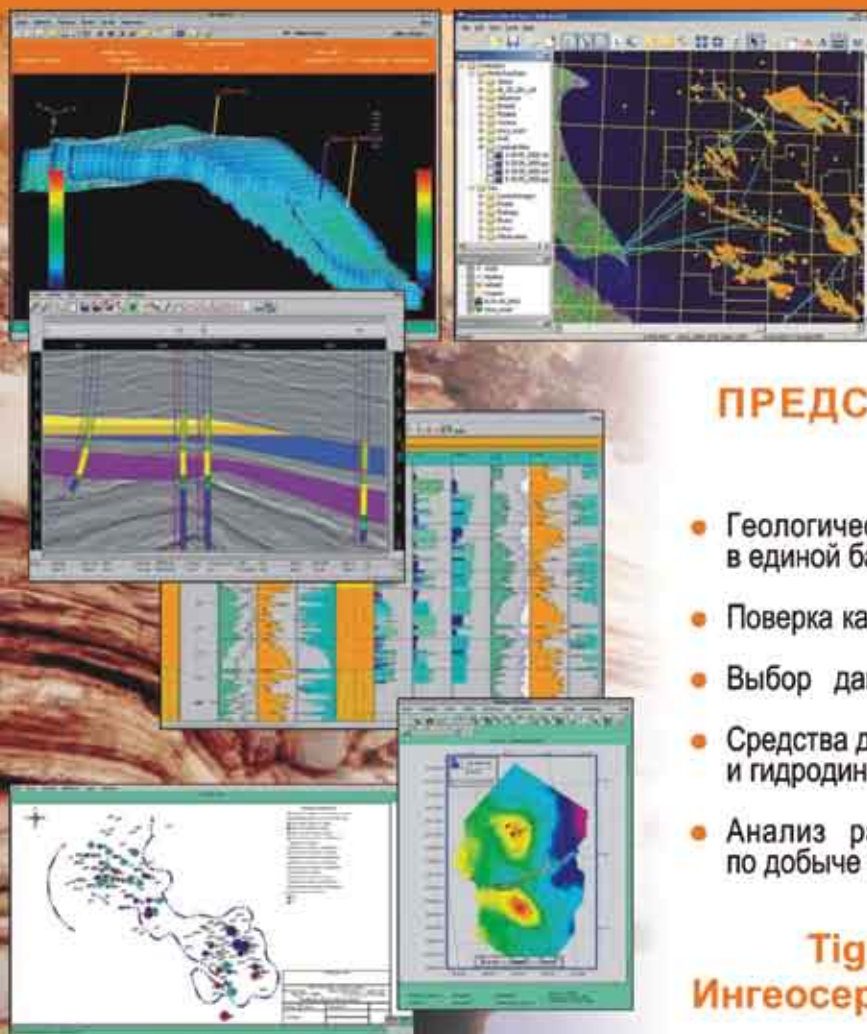
Сама природа многоволновых сейсмических данных приводит к различным временам регистрации волн в различных массивах данных, делая их интерпретацию проблематичной. Сейсмические изображения, получаемые с помощью традиционных Р-волн, отображают геологическое строение только на продольных волнах, отраженных от границ раздела. В случае же сейсмических изображений, получаемых на PS-волнах, продольные волны "преобразуются" в поперечные волны на тех же самых границах раздела. Разные скорости распространения продольных и поперечных сейсмических волн приводят к получению сейсмограмм PS-волн, которые обычно вдвое длиннее сейсмограмм Р-волн. Следовательно, ключ к успешной интерпретации многоволновых сейсмических данных лежит в установлении соответствия между массивами сейсмических данных через некую форму "отождествления". Эту процедуру выполнить не так просто из-за значительных расхождений в характере записи различных волн, включая амплитуды, частоты и фазы.

Для упрощения и автоматизации интерпретации данных многоволновой сейсморазведки разработан ряд методик, которые используются как на

rock interfaces. The different velocities of seismic wave propagation between pressure and shear waves result in PS-wave seismic records typically being twice as long as P-wave seismic records. Consequently, the key to successful full-wave seismic interpretation lies in establishing a match between seismic data volumes through some form of "registration". What makes this process particularly challenging is that the seismic character between full-wave seismic volumes can be very different, spanning amplitude, frequency and phase properties.

Various techniques are being developed to simplify and automate full-wave seismic registration, whether as part of the seismic processing stage or as an integral interpretation step. Figure 1 illustrates the types of data and diagnostic tools available for seismic registration. The objective of the process is to match the full-wave seismic data in the center panel. By dynamically "morphing" data images on the left panel, the interpreter interactively creates the "registration function" in the right panel, which acts as a quality control measurement. Interactive image morphing, using a number of seismic attributes, followed by detailed automated "tuning" is emerging as an efficient and robust registration process.

As important as these new technologies are to full-wave seismic registration, of equal importance are



Geotrace

TIGRESS:

ПРЕДСТАВЛЯЯ ВАШИ АКТИВЫ
В ВЫГОДНОМ СВЕТЕ

- Геологические и промысловые активы компании в единой базе данных на основе Oracle
- Проверка качества и обеспечение безопасности данных
- Выбор данных через универсальный ГИС-браузер
- Средства для построения и мониторинга геологических и гидродинамических моделей
- Анализ разработки и регламентная отчетность по добыче нефти, газа и газоконденсата

Tigress
Ингеосервис

ул. Седова 59, г. Тюмень, Россия
тел./факс: (3452) 494074, info@tigress.ru

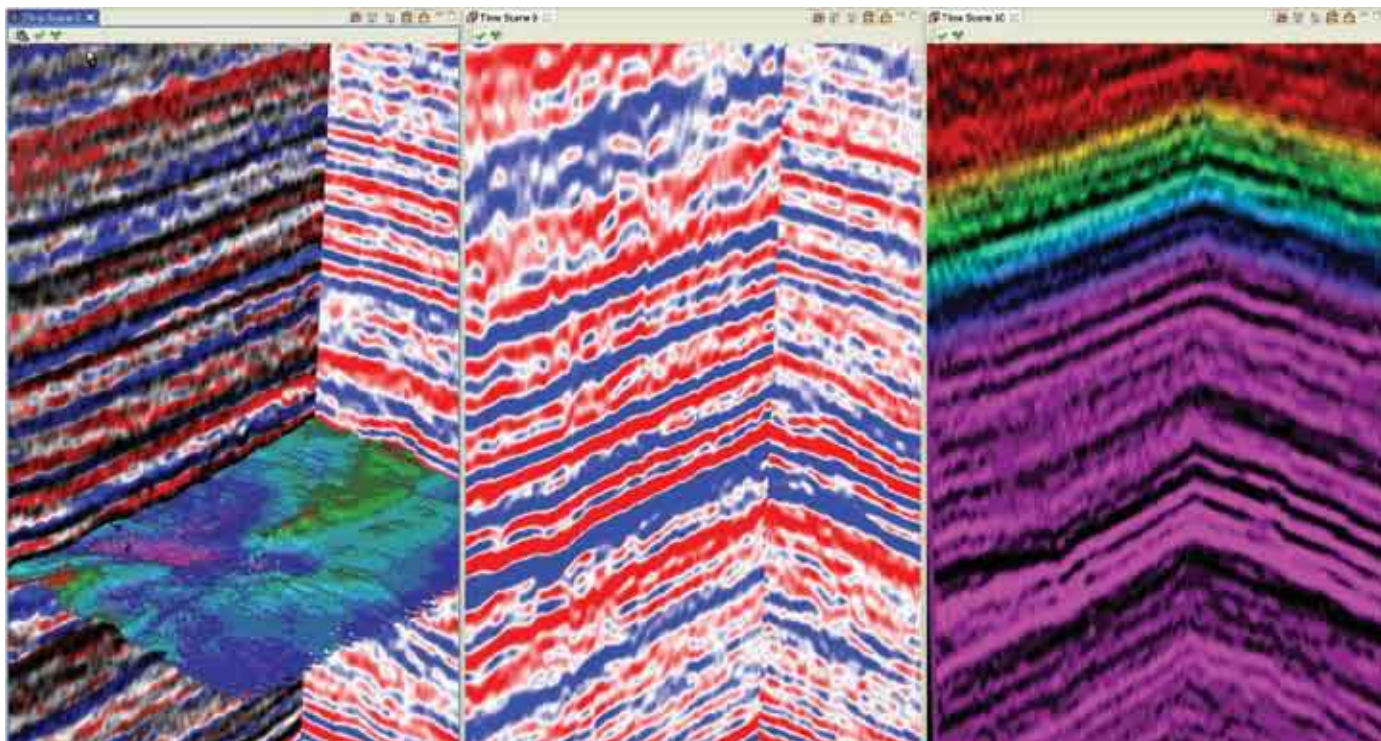


Рисунок 1: Динамическое отождествление обменных PS-волн и традиционных Р-волн (слева) позволяет точнее коррелировать волны (середина) и определять скорости обменных волн (справа). Данные любезно предоставлены компанией Apache, Канада.

этапе обработки сейсмических данных, так и на этапе их комплексной интерпретации. На рис. 1 показаны типы данных и инструменты диагностики, имеющиеся для отождествления волн разного типа. Цель этого процесса – установить соответствие между записями волн разного типа (в центральной части рисунка). Путем динамического преобразования волнового поля на левом изображении интерпретатор интерактивно создает “функцию отождествления” на правом изображении, которое используется для контроля качества. Эффективная и надежная процедура отождествления включает интерактивное преобразование волновых полей с учетом целого ряда сейсмических атрибутов, за которым следует детальная автоматическая “настройка”.

Но для отождествления волн разного типа важны не только эти новые технологии: не менее важны передовые процедуры, используемые для точного определения переменной по времени и в пространстве “функции регистрации” (или параметра “гамма”). Как уже указывалось ранее, сложность отождествления волн разного типа является следствием того, что все сейсмические характеристики, включая время пробега, амплитуду, частоту и фазу – отличаются для разных типов волн. Практически это означает, что отождествление намного сложнее, чем простое сопоставление эквивалентных “сейсмических волн” в массивах

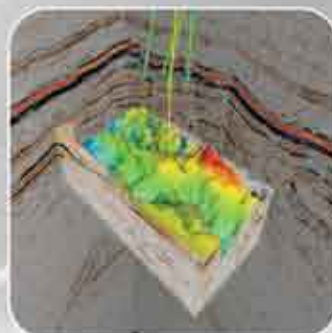
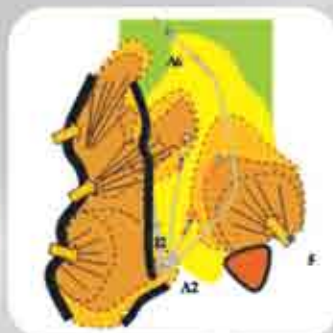
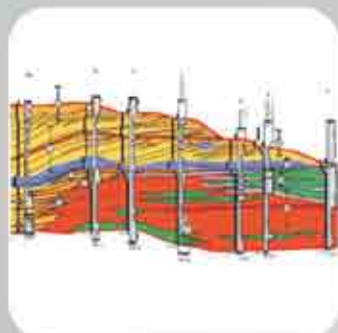
Figure 1: Dynamic registration of mode-converted PS and traditional P seismic data (left) leads to more accurate event correlation (center) and a better understanding of full-wave velocities (right). Data courtesy of Apache Canada.

the innovative processes emerging for accurately determining a time and spatially-variant “registration function” (or “gamma”). As stated previously, the challenge of registering full-wave seismic data arises from the fact that all aspects of the seismic character including: time, amplitude, frequency and phase; are all different. What this means in practical terms is that registration is much more complex than simply matching equivalent “seismic events” between P-wave and PS-wave seismic volumes. A proven methodology uses seismic attributes to identify and match unique geologic characteristics. Depending upon the geologic setting, these characteristics may range from faults and channel features to differing reflection character of depositional sequences. For example, by assuming that major sand or shale sequences will have diagnostic reflection “energy”, a seismic attribute known as reflection strength can be used to match P- and PS-wave seismic data.

The use of seismic attributes allows the registration process to be sequentially staged to first match gross geologic features, and then adjust any frequency and/or phase differences between the seismic volumes. Figure 2 illustrates the use of the reflection strength seismic attribute (left) to match the main geologic sequences, producing a time and spatially-variant registration function (right). With this registration estimate in place, a comparison can be made of the frequency and phase character between the full-wave seismic volumes (middle), and corrections can be applied, as necessary.



ALL YOUR SUBSURFACE CONSULTANCY NEEDS



Компания AGR Petroleum Services - Reservoir Evaluation Services предлагает широкий спектр услуг высочайшего класса по всем дисциплинам по изучению недр.

В компании работают более 60 специалистов по различным дисциплинам, которые образуют интегрированную команду консультантов во всех аспектах изучения и разработки месторождений, таких как:

- Геофизика
- Геология
- Петрофизика
- Разработка месторождений
- Моделирование резервуара
- Подсчет запасов
- Экономика нефти и газа
- Инжиниринг скважин и бурение
- Обустройство месторождений
- Менеджмент баз данных

AGR Petroleum Services - Reservoir Evaluation Services provides high quality services in all sub-surface disciplines.

RES has more than 60 full time professional consultants and provides integrated upstream consultancy teams within:

- Geophysics
- Geology
- Petrophysics
- Reservoir Engineering
- Reservoir Simulation
- Reserves Estimation
- Petroleum Economics
- Well engineering & drilling
- Facilities/Costing
- Information & Data Management

The AGR Group is a leading provider of critical services and technologies to the international oil and gas industry.

AGR Group является ведущим поставщиком важнейших услуг и технологий в нефтегазовой индустрии по всему миру.

Reservoir Evaluation Services
Kazakhstan Limited, branch
7, Begalin St.
Almaty, 050010
Kazakhstan
Tel.: +7 727 266 94 75
Fax: +7 727 266 94 76
E-mail: reskz@agr.com

Reservoir Service LLP
Office No. 11
19/2, Malaya Gruzinskaya St.
Moscow, 123557
Russia
Tel.: +7 495 2550 635
Fax: +7 495 2520 891
E-mail: smngc@sovintel.ru

Посетите наш стенд №123 на выставке KIOGE.

Please visit us at KIOGE, stand 123.

Получить более подробную информацию можно на сайте:
For more information please visit:
www.agr.com

P-волн и PS-волн. Проверенная методология использует сейсмические атрибуты для выявления и сравнения одних и тех же геологических особенностей. В зависимости от геологического строения эти особенности могут включать разломы и палеоруслы или характер отражения от осадочных комплексов. Например, принимая, что основные толщи песка или глин будут давать диагностически значимую отраженную “энергию”, сейсмический атрибут, известный как мгновенная амплитуда (амплитуда огибающей трассы), может использоваться для отождествления P и PS волн.

Использование сейсмических атрибутов позволяет разбить процесс отождествления волн разного типа на последовательные этапы и сначала находить соответствие между основными геологическими границами, а затем компенсировать любые частотные или фазовые различия между сейсмическими массивами. На рис. 2 показано использование мгновенной амплитуды (слева) для отождествления основных геологических комплексов, что позволяет получить переменную по времени и в пространстве функцию регистрации (справа). После такого отождествления можно сравнить частоты и фазы в многоволновых сейсмических массивах (середина) и при необходимости внести корректировки. Многоволновые синтетические сейсмограммы, если они имеются, очень полезны для дальнейшего обоснования вводимых корректировок. При необходимости, до начала синхронизированной многоволновой интерпретации на этом этапе может применяться остаточная корректировка результатов отождествления волн разного типа. Отождествления волн разного типа может быть выполнено во время обработки сейсмических данных или на начальном этапе их интерпретации. В любом случае весь последующий анализ и выводы зависят от качества процедуры отождествления. На этом этапе ключевые результаты – отождествленные многоволновые сейсмические данные и соответствующая функция регистрации, показывающая отношение скоростей продольных и поперечных волн. При условии точного отождествления волн акцент интерпретации переносится на оценку свойств пород и флюидов с использованием новых методов синхронизированной интерпретации.

Синхронизированная интерпретация многоволновых данных: реализация преимуществ

Реализация максимума преимуществ многоволновых сейсмических данных требует творческого подхода к интерпретации. Традиционно интерпретация сводится к “пикированию” основных горизонтов и поверхностей разломов с использованием основного сейсмического массива и, при необходимости, массивов сейсмических атрибутов. Хотя поверхностная интерпретация многоволновых сейсмических данных полезна, все возможности этой технологии реализуются через синхронизированную интерпретацию как традиционных продольных, так и обменных волн.

Full-wave synthetic seismograms, if they exist, are very useful for further validating the corrections applied to the seismic volumes. At this stage, a residual registration may be applied, if necessary, before Synchronized Full-wave Interpretation commences.

Registration may be performed during seismic processing or as an initial seismic interpretation step. In either case, all subsequent analysis and inferences depend upon the quality of this data matching. Key outputs at this stage are registered full-wave seismic data and the corresponding registration function, related to the ratio of subsurface pressure and shear velocities. With an accurate registration, the interpretation focus moves to estimation of rock and fluid properties, using new Synchronized Interpretation techniques.

Full-wave Synchronized Interpretation: Extracting Value

Extracting optimum value from full-wave seismic data requires creative approaches to interpretation. Traditionally, interpretation has focused upon the “picking” of major horizon and fault surfaces, using a primary seismic volume and derivative attribute volumes, as required. While surface interpretation of full-wave seismic data is useful, the full power of this technology is unleashed through Synchronized Interpretation of both traditional and mode-converted seismic data. By analyzing these contrasting types of measurements concurrently, interpreters are able to identify both similarities and differences that are diagnostic of stratigraphic, lithologic, fluid, fracture and other characteristics.

Figure 3 illustrates the power of Synchronized Interpretation applied to full-wave seismic data in a complex channel environment. Traditional visualization of a single seismic scene is expanded to provide synchronized visualization of multiple data types in shared or separate time and depth views. P-wave seismic data, displayed as black and white features, are blended with PS-seismic data, displayed as colored, to reveal both channel morphology and gas sweet spots. By linking data images in different scenes, Synchronized Interpretation can uncover many important subsurface details. Comparison of seismic similarity attributes, for this same example, provides insight into the character of the main producing channel, while also identifying poor reservoir quality, cross-cutting channels. Similarly, other seismic attributes can uncover details directly related to lithology and porosity. Incorporation of well logs and other depth and time data further extends the value of Synchronized Interpretation, providing correlation of full-wave seismic data with in-situ well and production measurements.

Integration of seismic and well log information can lead to qualitative and often quantitative estimates of sand, shale, porosity, fluid saturation and other key reservoir attributes. Seismic inversion enhances

Путем параллельного анализа этих различных типов волн интерпретаторы имеют возможность определить сходства и различия, являющиеся диагностическими с точки зрения стратиграфии, литологии, состава флюидов, трещиноватости и т.д.

На рис. 3 представлены возможности синхронизированной интерпретации применительно к многоволновым сейсмическим данным в условиях палеорусла. Традиционная визуализация одного сейсмического изображения расширяется до синхронизированной визуализации разных типов данных в отдельных или совмещенных временных и глубинных окнах. Запись Р-волн, отображаемая в черно-белом варианте, накладывается на запись PS-волн, представляемую в цвете, что позволяет выявить как морфологию палеорусла, так и скопления газа. Объединенное изображение различных данных позволяет с помощью синхронизированной интерпретации обнаружить множество важных деталей геологического строения. Сравнение атрибутов сейсмического сходства на этом же примере позволяет определить параметры основного разрабатываемого палеорусла и при этом выделить участки с плохими коллекторскими свойствами. Аналогично, другие сейсмические атрибуты напрямую связаны с литологией и пористостью. Использование каротажной информации и других данных, полученных во временной или глубинной области, еще больше повышает ценность синхронизированной интерпретации, обеспечивает

integration by combining full-wave seismic with well data to estimate the combined reservoir velocity and density characteristics, related to rock matrix and fluid fill properties. Ideally, this information will lead to a better understanding of historical well performance and better identification of channel “sweet spots” for future well placements. In the illustrated channel sand example, a drilling success rate of 75% was improved to 100% success, using full-wave seismic data.

Synchronized Full-wave Interpretation: A Bright Future

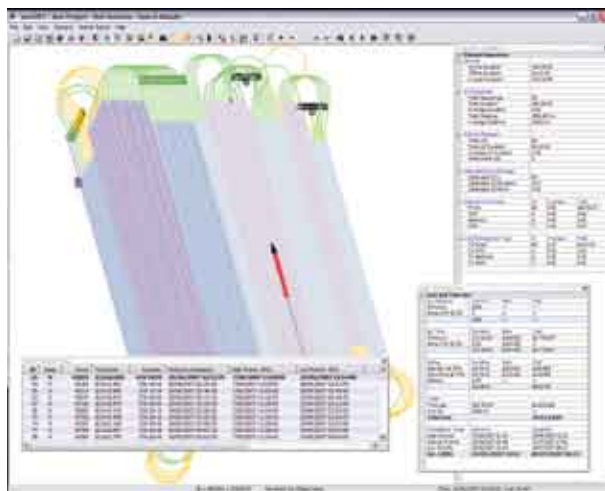
Synchronized Full-wave Interpretation holds tremendous promise for expanding our understanding of reservoirs - lowering the risk of well placement and better optimizing field development. Similar to the 3D seismic revolution that spawned innovative interpretation techniques and technologies in the 1980's, we are at the early stages of the full-wave seismic revolution. Existing workflows and technologies are proving inadequate, as innovative approaches to seismic acquisition, processing and interpretation are emerging. As with other value chains, technologies and processes that unleash product value are essential. Interactive and automated full-wave registration is proving effective for matching P-wave and PS-wave seismic data, using innovative workflows to enhance geologic correlations. Once matched, Synchronized Full-wave Interpretation identifies significant similarities and differences between seismic volumes, leading to better lithology and fluid content estimates, leveraging modern seismic inversion

Все еще используете электронные таблицы при составлении программы



Стандартный отраслевой программный комплекс для подготовки программы и бюджета морской сейсморазведки

- Возможность быстрого расчета стоимости любых изменений в программе сейсморазведки
- Снижение затрат времени на переключение на новый профиль и оптимизация условий съемки
- Решения проблем, с которыми приходится сталкиваться при проведении сейсморазведки, включая физические препятствия, разделение времени, течения, приливы, приоритетные районы, перевахтовка персонала и т.п.



Большинство подрядчиков по сейсморазведке, как и многие нефтегазодобывающие компании используют программный комплекс SurvOPT.

Дополнительную информацию о продукте SurvOPT можно получить у нашего европейского представителя по эл. почте: sian@engenius.com.au или на сайте www.survopt.com

корреляцию многоволновых сейсмических данных со скважинными и промысловыми данными. Комплексирование сейсмических и каротажных данных может обеспечить получение качественной, а часто и количественной оценки песчанистости, глинистости, пористости, флюидонасыщенности и других очень важных свойств коллектора. Сейсмическая инверсия усиливает комплексирование путем сочетания многоволновых сейсмических данных со скважинными данными для оценки скоростных и плотностных характеристик коллектора, связанных со свойствами скелета породы и порового флюида. В идеальном варианте эта информация приводит к лучшему пониманию истории эксплуатации скважин и выявлению перспективных скоплений газа в палеорусле для будущего размещения скважин. В проиллюстрированном примере песчаного палеорусла эффективность бурения была повышена с 75% до 100% по результатам использования многоволновых сейсмических данных.

Синхронизированная интерпретация многоволновых данных: яркое будущее

Синхронизированная интерпретация многоволновых данных включает в себе огромные перспективы для расширения нашего представления о коллекторах, снижая, при этом, риск неправильного расположения скважин и обеспечивая оптимизацию разработки месторождения. Как в свое время трехмерная сейсморазведка произвела переворот, который заложил основы инновационным методам и технологиям интерпретации в 80-х годах прошлого столетия, так и сегодня мы стоим у истоков нового переворота, подготовленного многоволновой сейсмикой. Существующие методы и технологии показали свою несостоятельность в свете появления прогрессивных подходов к регистрации, обработке и интерпретации данных. Как и в других случаях, технологии и процедуры, в полной мере реализующие все возможности продукта, наиболее важны. Интерактивное и автоматизированное отождествление волн разного типа подтверждает свою эффективность при совместном анализе P-волн и PS-волн путем использования инновационных процедур для повышения надежности корреляции границ раздела. После отождествления волн разного типа, синхронизированная интерпретация многоволновых данных выявляет важные сходства и различия между массивами сейсмических данных, обеспечивая более качественную оценку литологии и состава флюидов и позволяя эффективнее применять современные процедуры сейсмической инверсии. Уточнение геологического строения на основе использования многоволновых сейсмических данных непосредственно повышает эффективность бурения и улучшает эксплуатацию месторождений.

techniques. Enhanced subsurface understanding using full-wave seismic data is directly translating into improved drilling success and better reservoir production.

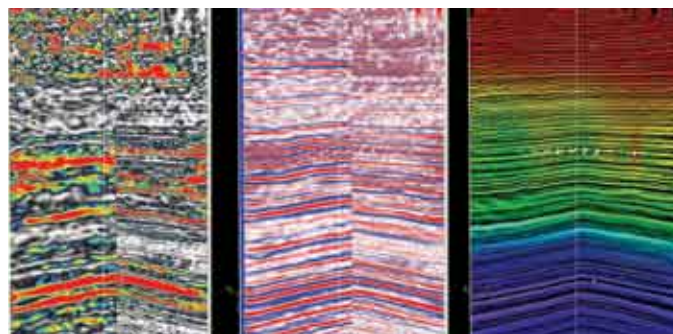


Рисунок 2: Использование сейсмических атрибутов, таких как мгновенная амплитуда (слева), может упростить создание переменной по времени и в пространстве функции регистрации (справа) и дать возможность уточнить корреляцию волн путем согласования частот и фаз (середина).

Figure 2: The use of seismic attributes like amplitude envelope (left) can simplify the creation of a time and spatially-variant registration function (right) and the opportunity to refine the data correlation through frequency and phase matching (middle).

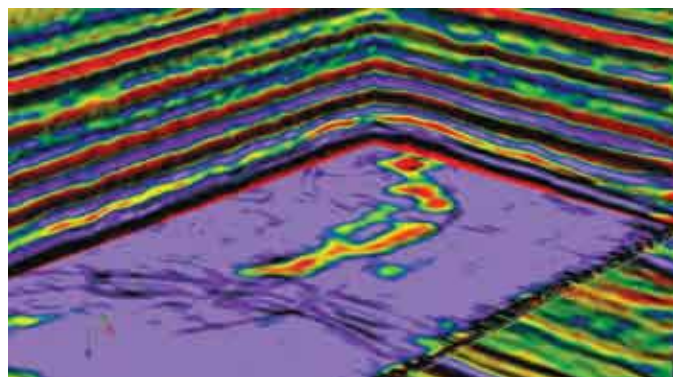


Рисунок 3: Выполняемая после отождествления волн разного типа, синхронизированная многоволновая интерпретация позволяет выделить палеорусло с использованием атрибутов P-волн (черно-белое изображение) и перспективные скопления газа с использованием амплитуд PS-волн (цветное изображение).

Figure 3: Following registration, Synchronized Full-wave Interpretation identifies channel features using P-wave seismic attributes (black) and gas sweet-spots using PS-wave seismic amplitudes (colors).

Песчаные дюны? Многоволновая сейсморазведка принимает вызов.



УСЛОВИЯ РАБОТ

Изменчивые поверхностные условия осложняют установку источников и приемников. Сложное скоростное строение ВЧР и искривление лучей в приповерхностной зоне искажают изображения среды.

МНОВОЛНОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ I/O



Отмеченный наградами трехкомпонентный цифровой датчик VectorSeis. Регистрация данных в широкой полосе частот и с высоким разрешением без группирования. Повышенная производительность в наиболее сложных поверхностных условиях.



Scorpion® –регистрирующая система с удобным и простым интерфейсом. Поддерживает очень высокую канальность, широкоазимутальные съемки. Максимальная эффективность и надежность.



Революционные процедуры обработки, такие как AZIM – анализ и учет анизотропии скоростей, используют преимущества регистрации полного волнового поля для повышения качества изображений сложнопостроенных сред.



www.i-o.com/russia

**Посетите наш стенд (№128)
на конференции KIOGE!**

Многоволновая сейсморазведка. Заставьте ее работать на вас!